

УДК 551.510.534

В.А.Дячук, М.П.Баштаннік, Г.П.Харченко

ТРИТІЙ В АТМОСФЕРНИХ ОПАДАХ В УКРАЇНІ

Наведено результати аналізу забруднення атмосферних опадів в Україні тритієм за даними мережі спостережень Держгідромету України (1970-1999 рр.) та УкрНДГМІ (1999-2001 рр.). Зроблено висновок про близький до глобальних фонових значень вміст ^3H в опадах над Україною в останні десятиріччя. Винятком є територія Києва, де епізодично функціонує потужне джерело ^3H , внаслідок впливу якого значно збільшуються концентрації тритію в опадах в окремі місяці над південною частиною міста.

Тритій (^3H) – радіоактивний ізотоп водню з періодом напіврозпаду 12,34 р. З'єднуючись із киснем, ^3H утворює оксиди НТО і T_2O . У процесі розпаду тритій перетворюється в гелій, при цьому виділяється β -випромінювання з низькою енергією (5,5-5,7 КЕВ), у зв'язку з чим його зовнішнє випромінювання не завдає серйозної загрози здоров'ю населення. При внутрішньому опроміненні тритій здатний накопичуватись у живих організмах і харчових ланцюжках і пошкоджувати генетичний апарат клітин [1].

Утворюється ^3H у верхніх шарах атмосфери при взаємодії космічного випромінювання з ядрами атомів азоту. За рік активність космогенного тритію досягає $(5,5-11,1) \cdot 10^{10}$ МБк. У цілому загальна кількість природного ^3H порівняно невелика – за різними оцінками, не перевищує 1-3 кг. Близько 90% природного тритію утримується в гідросфері, ~10% знаходиться у стратосфері і ~0,1% – у тропосфері в основному у вигляді оксиду НТО.

Антропогенне забруднення природного середовища тритієм відбувається під час термоядерних реакцій при вибухах водневих бомб (при випробовуванні термоядерної зброї в 1954-1962 рр. в атмосферу викинуто $182 \cdot 10^{12}$ МБк ^3H).

Джерелами ^3H є також підприємства по переробці відпрацьованого ядерного палива, лабораторії, що спеціалізуються на виготовленні тритієвих джерел і мішеней. Крім того тритій входить до основних компонентів рідких і газоподібних викидів (скидів) діючих атомних

електростанцій, оскільки фільтрації ^3H практично не піддається. У середньому АЕС потужністю 500 МВт з водо-водяним реактором викидає до 5-7 кКі ^3H за рік.

Токсичність тритію, його значні атмосферні навантаження під час випробування ядерної зброї, зростання вмісту ^3H у природному середовищі в районі впливу діючих АЕС спонукало:

- ввести тритій до списку контрольованих радіологічних параметрів (згідно НРБУ [2] допустимі концентрації ^3H в повітрі та питній воді для населення категорії В становить відповідно $1 \cdot 10^2$ Бк/м³ та $3 \cdot 10^7$ Бк/м³);

- організувати його моніторинг: глобальний – в опадах, локальний - у воді в районах розташування АЕС.

В Україні державний моніторинг тритію в атмосферних опадах розпочато Держкомгідрометом України в Одесі в 1970 р., з 1978 р. – у Києві, Львові та Севастополі (аналіз проб на вміст ^3H здійснювався в Інституті експериментальної метеорології, м. Обнінськ).

За результатами цих спостережень було виявлено характерні особливості динаміки тритію на вказаних пунктах, рис.1.

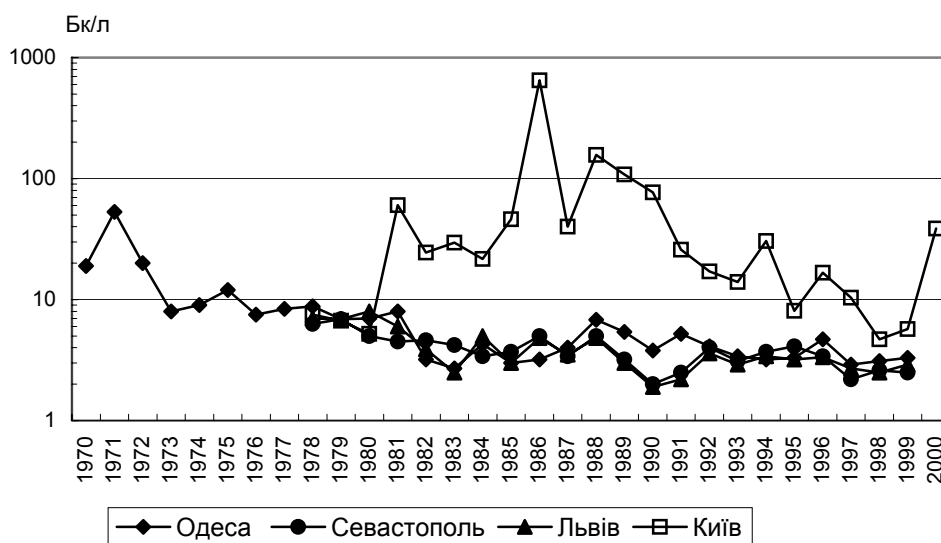
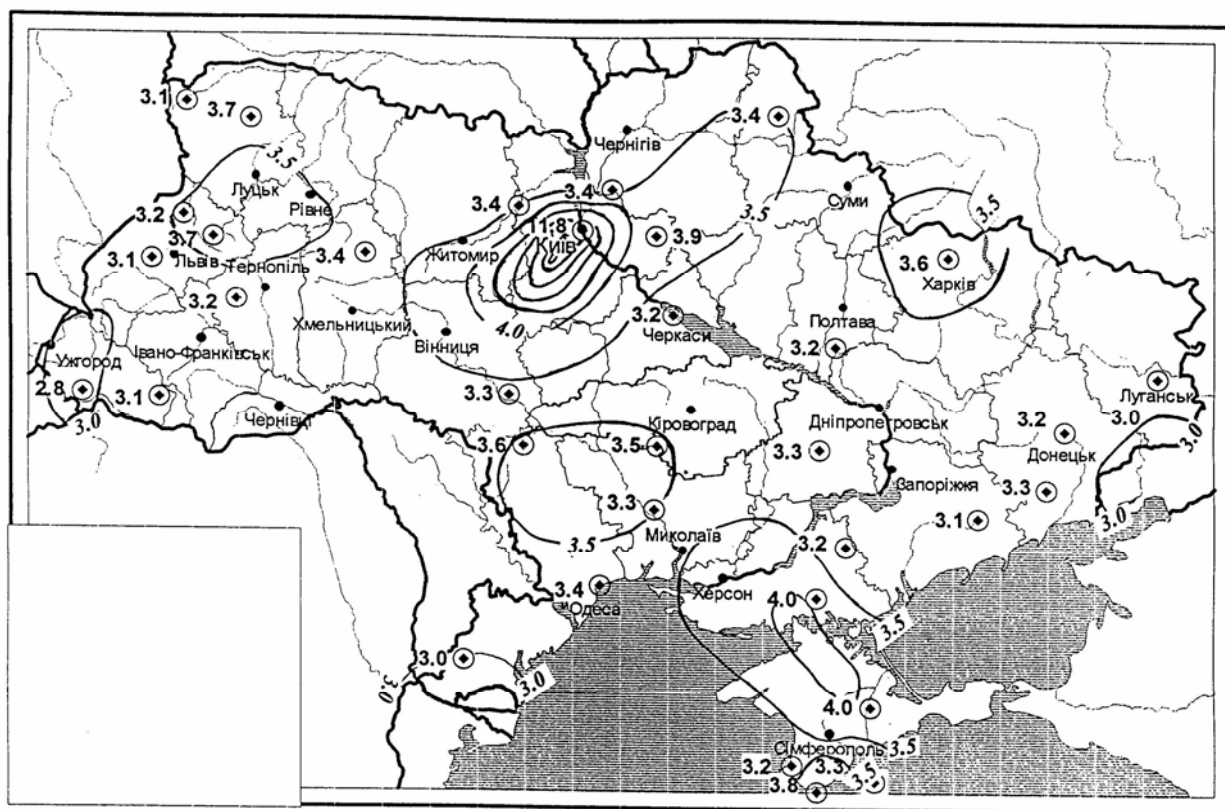


Рис.1. Динаміка концентрації тритію (Бк/л) в опадах на території України за період 1970-2000 рр.

Для більшості характерний близький до експоненціального спад (після припинення випробування водневих бомб) концентрацій ^3H в атмосферних опадах – від 55 Бк/л (1970 р. в Одесі) до 3,6-2,6 Бк/л (в сучасний період). Винятком є дані спостережень у м. Києві, пункт ОГМС (Об'єднана гідрометеорологічна станція), де постійно спостерігались

Для більш детального і рівномірного по площі контролю за забрудненням опадів тритієм мережа спостережень з 1992 р. була розширена до 35 станцій (концентрації ^3H визначалися у Центрі радіаційної медицини НАН України на рідинно-сцинтиляційному альфа-бета-спектрометрі “1220 Quantulus”). Аналіз просторового розподілу концентрацій ^3H за 1992-1999 рр. підтвердив раніше встановлену закономірність – на всій території України спостерігалися незначні зміни середньорічних величин (2,5-4,4 Бк/л), за винятком Києва, де вміст ^3H в середньому за рік становив 11,8 Бк/л (рис. 2).



При місячному розрізнюванні даних по Києву великі концентрації ^3H відмічались лише в окремі місяці, протягом решти часу – величини, близькі до фонових (для регіону Західної Європи рівних 3,6 Бк/л) (рис. 3).

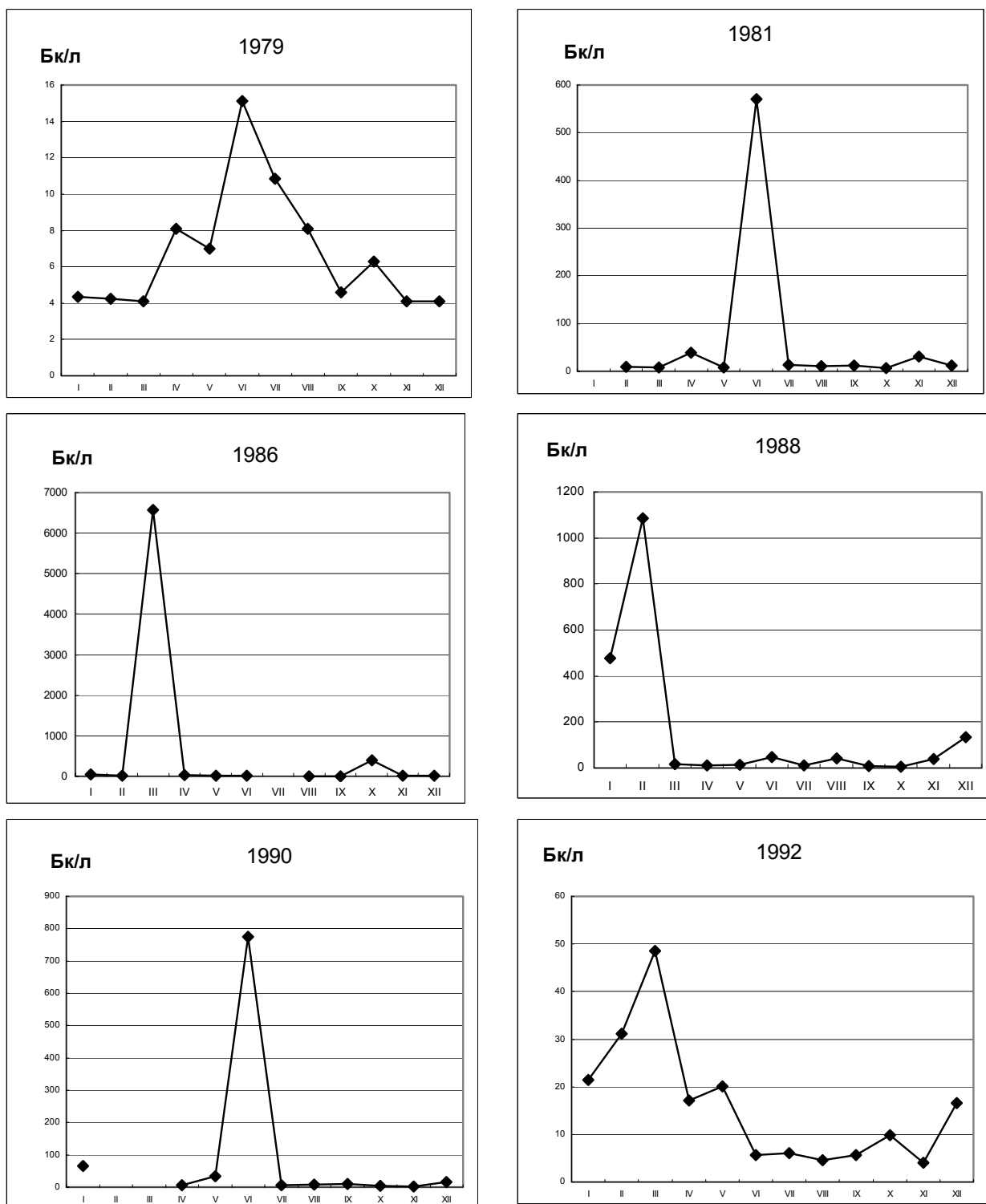


Рис.3. Річний хід концентрації тритію (Бк/л) в атмосферних опадах у м.Києві (ОГМС Київ)

Найбільші величини ^3H зареєстровано у березні 1986 р. за місяць до аварії на ЧАЕС. Нерегулярні зміни вмісту ^3H в атмосферних опадах, їх епізодично значні концентрації свідчать про функціонування в Києві потужного джерела, дискретного в часі, викиду тритію.

Для з'ясування його природи УкрНДГМІ було проведено спеціальні експериментальні дослідження, які включали визначення концентрацій тритію:

- окремо за кожен дощ (снігопад) в період 1999-2001 рр. на ОГМС Київ;
- за окремий снігопад (листопад 2000 р.) на мережі пунктів пробовідбору;
- у сталому сніговому покриву в зимові періоді 1999-2000 рр. та 2000-2001 рр. у кінцевому періоді його залягання.

У табл.1 наведено дані про інтенсивність забруднення проб опадів ^3H та супутні метеорологічні характеристики за 2000 р. (найбільш показовий), аналіз яких на рівні розрізнення за окремий дощ (снігопад) свідчить, що в м. Києві вміст ^3H в опадах надзвичайно варіює (до трьох порядків). Аномально високі концентрації ^3H відзначалися весною. У цей же період зареєстровано також зростання добової сумарної бета-активності аерозолів до $47-72 \cdot 10^{-5}$ Бк/м 3 . У 50% інших проб спостерігались перевищення вмісту ^3H лише у 2-5 разів.

Таблиця 1

Концентрація тритію в атмосферних опадах та сумарна β -активність атмосферних аерозолів на ОГМС Київ (2000 р.)

Дата відбору	Концентрація тритію, Бк/л	Сумарна β -активн. аерозолів, 10^{-5} Бк/м 3	Вид опадів	Сума опадів, мм	Напрямок вітру	Швидкість вітру, м/с
1	2	3	4	5	6	7
18-19.02	0,75	3-2	мокрый сніг	24,7	ПдС	2,5
25.02	4,92	3	сніг	1,0	ПдЗ-З	3,1
9.03	3,59	3	дощ	5,4	ПдЗ-З	4,1
15-16.03	5,23	10	дощ, сніг	3,4	Пд, ПдЗ-З	3,6
19.03	3,99	7	сніг	7,4	ПнЗ	4,3
26.03	34,51	47	мокрый сніг	1,2	ПдС-Пд	2,5
30-31.03	11,11	17	дощ	4,0	Пд-С	2,8
6-7.04	1151	72	дощ, мряка, сніг	2,6	ПдС-Пд	3,0
16.04	52,53	21	дощ	3,6	Пд-ПдЗ	1,4
22-23.04	7,65	6-3	дощ	15,2	Пн	3,7

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7
20-21.05	5,47	42	дощ	24,5	С-ПдС	1,6
29-30.05	4,27	17	дощ	0,7	Пд-З	2,3
1-2.06	3,81	10	дощ	4,0	С-ПдС Пн-ПнЗ	2,5
6-7.06	4,81	10-16	дощ	2,5	Пд-ПдЗ З-ПнЗ	2,4
15.06	2,89	13	дощ	14,7	З	2,5
16-18.06	4,74	5-1	дощ	9,1	З-СЗ	2,1
26.06	3,16	8	дощ	7,2	змінний	2,3
28.06	6,5	5	дощ	5,2	змінний	2,0
30.06-2.07	16,15	8-5	дощ	8,6	ПдЗ-ПдС	2,8
5.07	2,69	15	дощ	4,1	Пд	1,6
6-9.07	3,57	18	дощ, мряка	14,7	З-ПнЗ	1,5
17.07	3,73	25	дощ	4,5	ПдС-Пд	2,1
18-19.07	3,92	14	дощ	3,9	ПдЗ	2,9
23.07	4,33	3	дощ	1,0	Пн	2,4
27.07	10,12	7	дощ	3,9	Пд-ПдЗ	1,0
29-30.07	5,11	11	дощ	19,1	ПдЗ-ПдС	2,5
8.08	5,73	11	дощ	1,4	ПдЗ-ПнЗ	1,5
12-13.08	5,71	21	дощ	11,7	ПдЗ	1,3
25.27.08	9,39	21	дощ	5,2	ПдЗ, Пн	3,6
1-3.09	3,82	14	дощ, мряка	37,0	ПнС, С	1,4
7-8.09	3,73	5	дощ	51,8	Пн-ПнЗ	5,0
15-18.09	6,22	16	дощ, мряка	26,3	ПнС- ПдС	2,0
19-21.09	4,15	3-5	дощ, мряка	22,7	С, ПдЗ	1,5
5-6.11	18,3	21-37	дощ, мряка	2,9	ПдС-С	3,0
8-9.11	2,7	4-8	дощ, мряка	21,1	ПдС	3,0
10.11	11,1	3	дощ, мряка	2,1	ПдС-Пд	1,8
28.11	2,0	11	сніг	7,6	С, ПнС	2,5

Підвищені рівні ^3H відмічалися майже протягом усього місяця при вітровому переносі на пункт спостережень із півдня, південного сходу і південного заходу. На території України 26.03 переважали середньорічні концентрації тритію 34,51 Бк/л, 6-7.04 досягли максимуму (1151 Бк/л) і зменшились 16.04 до 52,53 Бк/л. Не відмічено жодного випадку зростання вмісту ^3H в опадах на пункті контролю при північному напрямі вітру. У опадах під час дощу 22.04-23.04.2000 р., коли перенос із південного

змінився на північний, концентрації ^3H зменшилися до величин близьких до фонових (7,65 Бк/л), що дозволяє зробити висновок про те, що основне джерело тритію знаходиться на півдні по відношенню до розташування ОГМС Київ.

Ймовірність виявлення забруднення опадів ^3H від окремого навіть потужного дискретно діючого джерела викидів не перевищує в цілому 10-20% при близькій до кругоподібної рози вітрів. Більш детально інтенсивність осадження ^3H на підстильну поверхню визначалася за даними спостережень вмісту тритію в пробах снігового покриву, який накопичувався за весь період залягання снігу.

Проби снігу відбирались у пунктах, радіально розташованих від ОГМС Київ на відстанях 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0 і 15,0 км (рис. 4). Як свідчать результати аналізу поля ^3H , на більшій частині міста концентрації тритію незначні, і лише в зоні розташування ОГМС Київ (радіус до 3 км від станції) спостерігався підвищений вміст тритію (за 1999-2000 рр. у 5-6 разів при порівнянні з середніми значеннями по м. Києву).

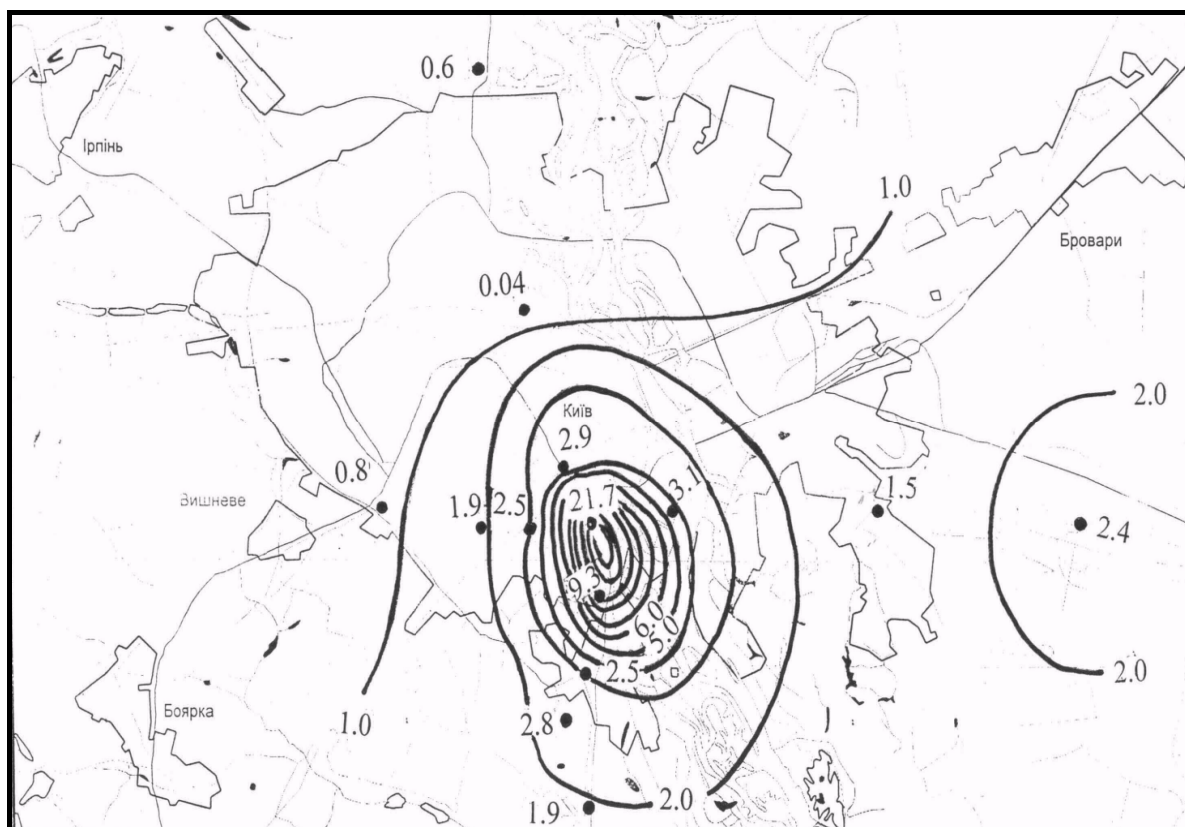


Рис.4. Поле концентрації тритію (Бк/л) в сніговому покриві на території Києва за період XII.1999-0I.2000 рр.

За даними спостережень на мережі пунктів за зимовий період 2000-2001 рр. інтегральний вміст тритію в сніговому покриві не перевищував 2 Бк/л.

Проведені дослідження забруднення атмосферних опадів на території України тритієм свідчать про їх низький, близький до глобальних фонових значень на кінець ХХ – початок ХХІ сторіччя, рівень. У 70-х роках минулого століття після припинення випробувань водневих бомб, концентрації ^3H перевищували сучасні значення у 5-10 разів. Виняток складає ситуація в м.Києві, де епізодично функціонує потужне джерело ^3H , внаслідок впливу якого значно збільшуються концентрації тритію в опадах в окремі місяці над південною частиною міста.

* *

Приведены результаты анализа загрязнения атмосферных осадков в Украине тритием по данным сети наблюдений Госгидромета Украины (1970-1999 гг.) и УкрНИГМИ (1999-2001 гг.). Сделан вывод о близких к глобальным фоновым значениям содержания ^3H в осадках в Украине за последние десятилетия, за исключением Киева, где эпизодически функционирует мощный источник ^3H , влияния которого существенно увеличивает концентрации трития в осадках в отдельные месяцы над южной частью города.

* *

1. Вредные химические вещества. Радиоактивные вещества / Под ред. Ильина Л.А., Филатова В.А. – Л.: Химия, 1990. – 464 с.
2. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). – К. – 2000. – 101 с.

Український науково-дослідний
гідрометеорологічний інститут, Київ